

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2006/305131

International filing date: 15 March 2006 (15.03.2006)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2005-131857
Filing date: 28 April 2005 (28.04.2005)

Date of receipt at the International Bureau: 13 April 2006 (13.04.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP2006/305131

PC-10032

6/7

24.3.2006

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2005年 4月28日

出 願 番 号
Application Number: 特願2005-131857

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2005-131857

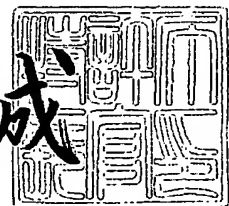
出 願 人
Applicant(s): ヤマハ株式会社

4857/US

2006年 1月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋 誠



出証番号 出証特2005-3108166

【書類名】 特許願
【整理番号】 C33045
【提出日】 平成17年 4月28日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01R 33/09
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内
 【氏名】 内藤 寛
【発明者】
 【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町 1 0 番 1 号 ヤマハ株式会社内
 【氏名】 涌井 幸夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000004075
 【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100064908
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089037
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 渡邊 隆
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008707
 【納付金額】 16,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9001626

【書類名】特許請求の範囲

【請求項1】

基板上に形成されたエッチングストップ膜と、前記エッチングストップ膜上に形成され、段差形成部を有する絶縁膜と、前記絶縁膜に形成された山部もしくは溝部の斜面に、磁気抵抗素子が配置されたことを特徴とする磁気センサ。

【請求項2】

前記エッチングストップ膜は、基板上の保護膜の上、かつ、磁気抵抗素子の下側に配置されていることを特徴とする請求項1記載の磁気センサ。

【請求項3】

基板上に第一の絶縁膜を形成し、さらにエッチングストップ膜を形成する工程と、前記エッチングストップ膜上に第二の絶縁膜を配置し、前記エッチングストップ膜が露出するまでエッチングして、前記第二の絶縁膜に斜面を形成する工程と、前記斜面に磁気抵抗素子を形成する工程とを有することを特徴とする磁気センサの製造方法。

【請求項4】

基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この平坦化層の一部を除去して、ビア部およびパッド部を露出させ、この上に上層と下層からなるパッシベーション膜を成膜した後、ビア部およびパッド部に相当する部分の上層を除去し、

この上にエッチングストップ膜を形成して、前記ビア部およびパッド部に相当する部分を露出させ、

次いで、この上に厚膜を形成し、さらにこの厚膜上に斜面を有する所定パターンのレジスト膜を形成し、これをマスクとして前記厚膜を前記エッチングストップ膜が露出するまでエッチングして斜面を形成すると同時に、前記ビア部およびパッド部には厚膜の一部を残し、

次いで、前記ビア部の一部に残った厚膜と前記パッシベーション膜の下層を除去して、前記ビア部の導体部を露出させ、

前記厚膜の平坦面と前記斜面にバイアス磁石膜を形成し、

該バイアス磁石膜に接続するとともに、前記ビア部に接続するように前記厚膜の平坦面と前記斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、

全面に保護膜を形成した後、前記パッド部の導体部を露出させることを特徴とする磁気センサの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】磁気センサおよびその製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、磁気センサおよびその製造方法に関し、特に1枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得るようにしたものである。

【背景技術】

【0002】

本出願人は、既に特開2004-6752号公報により、1枚の基板上に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置してなり、三軸方向の磁界の強さを測定することができる磁気センサを提案している。

【0003】

この先行発明では、シリコン基板に溝を形成し、この溝の斜面にZ軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置し、基板平坦面にX軸検知用の巨大磁気抵抗素子とY軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置したもので、小型化が可能なものである。

また、これに引き続いて、基板上に酸化ケイ素からなる山部を形成し、この山部の斜面にZ軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置し、基板の平坦面にX軸検知用の巨大磁気抵抗素子とY軸検知用の巨大磁気抵抗素子を配置した三軸磁気センサを提案している。

【0004】

また、これに関連して、基板上に1以上の溝あるいは堤状の突起部を並列して形成し、これらの溝または突起部の斜面に巨大磁気抵抗素子を設け、これら巨大磁気抵抗素子によりZ軸方向の磁界の強さを計測し、一方、基板の平坦面にX軸方向およびY軸方向の感知軸を有する2以上の巨大磁気抵抗素子を設け、これら巨大磁気抵抗素子によって、三軸方向の磁界の強さを計測できる三軸磁気センサについても、特許出願している。

【0005】

この先行発明にあつては、上記溝または突起部の形成を以下のようにして行っている。

まず、基板上に酸化ケイ素などからなる厚膜を形成し、この厚膜上にレジスト膜を設ける。次いで、このレジスト膜のうち、溝となる部分あるいは突起部の底部となる部分に相当する部分を除去して、レジストパターンを形成する。

【0006】

次いで、レジストパターンが形成されたレジスト膜に加熱処理を施し、レジスト膜の端面を傾斜面とする。

この後、レジストと酸化ケイ素のエッチング速度比がほぼ1:1となるようなエッチング条件でプラズマエッチングを施し、レジスト膜と厚膜を同時にエッチングして、厚膜に溝となる凹部あるいは突起部の底部となる凹部を形成する方法である。

【特許文献1】特開2004-6752号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、これら先行発明の延長線上にあるもので、同様に一枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得ることにあり、特にエッチング制御を容易にすることで傾斜角度を一定の斜面を得て、特性の良好な巨大磁気抵抗素子を設ける点にある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

かかる課題を解決するため、

請求項1にかかる発明は、基板上に形成されたエッチングストップ膜と、前記エッチングストップ膜上に形成され、段差形成部を有する絶縁膜と、前記絶縁膜に形成された山部もしくは溝部の斜面に、磁気抵抗素子が配置されたことを特徴とする磁気センサである。

請求項 2 にかかる発明は、前記エッチングストップ膜は、基板上の保護膜の上、かつ、磁気抵抗素子の下側に配置されていることを特徴とする磁気センサである。

【0009】

請求項 3 にかかる発明は、基板上に第一の絶縁膜を形成し、さらにエッチングストップ膜を形成する工程と、前記エッチングストップ膜上に第二の絶縁膜を配置し、前記エッチングストップ膜が露出するまでエッチングして、前記第二の絶縁膜に斜面を形成する工程と、前記斜面に磁気抵抗素子を形成する工程とを有することを特徴とする磁気センサの製造方法である。

請求項 4 にかかる発明は、基板の最上層の配線層上に、この配線層を覆うとともに平坦面を形成する平坦化層を形成し、この平坦化層の一部を除去して、ビア部およびパッド部を露出させ、この上に上層と下層からなるパッシベーション膜を成膜した後、ビア部およびパッド部に相当する部分の上層を除去し、

この上にエッチングストップ膜を形成して、前記ビア部およびパッド部に相当する部分を露出させ、

次いで、この上に厚膜を形成し、さらにこの厚膜上に斜面を有する所定パターンのレジスト膜を形成し、これをマスクとして前記厚膜を前記エッチングストップ膜が露出するまでエッチングして斜面を形成すると同時に、前記ビア部およびパッド部には厚膜の一部を残し、

次いで、前記ビア部の一部に残った厚膜と前記パッシベーション膜の下層を除去して、前記ビア部の導体部を露出させ、

前記厚膜の平坦面と前記斜面にバイアス磁石膜を形成し、

該バイアス磁石膜に接続するとともに、前記ビア部に接続するように前記厚膜の平坦面と前記斜面に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成し、

全面に保護膜を形成した後、前記パッド部の導体部を露出させることを特徴とする磁気センサの製造方法である。

【発明の効果】

【0010】

本発明の磁気センサによれば、1 枚の基板に、X 軸センサ、Y 軸センサおよび Z 軸センサが配置されているので、小型の三軸磁気センサとして機能する。また、溝部の斜面の平坦性の良好な部分に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成することができ、感度に優れる磁気センサが得られる。

【0011】

本発明の磁気センサの製造方法によれば、溝の形成と、この溝の斜面への巨大磁気抵抗素子の形成と、ビア部およびパッド部の形成が一連のプロセスとして行えることになる。また、パッシベーション膜をなす上層をエッチングストップとして利用して、レジスト膜と厚膜とをエッチングすることにより、レジスト膜と、厚膜とのエッチング選択比を大きくすることができるので、溝を、厚膜の上層と接する面とは反対の面から、上層の厚膜と接する面に渡って形成することができる。

本発明の磁気センサの製造方法によれば、溝の形成と、この溝の斜面への巨大磁気抵抗素子の形成と、ビア部およびパッド部の形成が一連のプロセスとして行えることになる。また、パッシベーション膜の上に絶縁膜を形成し、この絶縁膜をエッチングストップとして利用して、レジスト膜と厚膜とをエッチングすることにより、溝を、厚膜の絶縁膜と接する面とは反対の面から、絶縁膜の厚膜と接する面に渡って形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

(磁気センサ)

図 1 は、本発明の磁気センサの製造方法によって得られる磁気センサの一例を模式的に示すものであり、基板上の巨大磁気抵抗素子の配置を示すものである。

図 1 において、符号 1 は基板を示す。この基板 1 は、シリコンなどの半導体基板に磁気センサの駆動回路、信号処理回路などの半導体集積回路、配線層などが予め形成されてお

り、この上に平坦化膜、パッシベーション膜、酸化ケイ素膜などからなる厚膜が順次積層されたものであり、これらの各膜は図示を省略してある。

【0013】

この基板1の厚膜上には、X軸センサ2と、Y軸センサ3と、Z軸センサ4とが設けられている。X軸センサ2は、図1に示した座標軸において、X方向に、Y軸センサ3は、同じくY方向に、Z軸センサ4は、同じくZ方向に感知軸を有するものである。

X軸センサ2は、4個の巨大磁気抵抗素子2a、2b、2c、2dから構成され、Y軸センサ3は、4個の巨大磁気抵抗素子3e、3f、3g、3hから構成され、Z軸センサ4は、4個の巨大磁気抵抗素子4i、4j、4k、4lから構成されている。

【0014】

X軸センサ2をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子2a、2bは、基板1のほぼ中央部に並んで設けられ、残りの2個の巨大磁気抵抗素子2c、2dは、これらからやや離れた基板1の端部に互い並んで、巨大磁気抵抗素子2a、2bと対峙するように設けられている。

【0015】

Y軸センサ3をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子3e、3fは、基板1の一方の端部側に配され、残りの2個の巨大磁気抵抗素子3g、3hは、基板1の他方の端部側に互いに並んで、巨大磁気抵抗素子3e、3fと対峙するように配置されている。

【0016】

Z軸センサ4をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、2個の巨大磁気抵抗素子4k、4lは、巨大磁気抵抗素子3e、3fに近い位置に互いに並んで配され、残りの2個の巨大磁気抵抗素子4i、4jは、巨大磁気抵抗素子2a、2bからやや離れた位置に互いに並んで配置されている。

【0017】

これらの巨大磁気抵抗素子は、基本的には従来の巨大磁気抵抗素子と同様のもので、この例では図2に示すように、4個の帯状部5、5、5、5と、これらの帯状部5、5、5、5を電氣的に直列に接続する3個のバイアス磁石部6、6、6とから構成されている。

帯状部5は、巨大磁気抵抗素子の本体をなす部分であり、細長い帯状の平面形状をなすものである。

【0018】

帯状部5は、磁化の向きが所定の向きに固定されたピンド層と、磁化の向きが外部磁界の向きに応じて変化するフリー層を備えたもので、具体的にはフリー層上に導電性のスペーサ層、ピンド層、キャッピング層を順次積層してなる多層金属薄膜積層物から構成されている。

【0019】

フリー層としては、例えば、コバルト-ジルコニウム-ニオブのアモルファス磁性層とニッケル-コバルトの磁性層とコバルト-鉄の磁性層との三層からなるものが用いられる。スペーサ層としては、例えば、銅からなるものが用いられる。ピンド層としては、例えば、コバルト-鉄の強磁性層と白金-マンガン-の反磁性層との二層からなるものが用いられる。キャッピング層としては、例えば、タンタルからなるものが用いられる。

【0020】

バイアス磁石部6は、4個の帯状部5、5、5、5を電氣的に直列に接続するとともに、帯状部5の磁気特性を整えるためのバイアス磁界を帯状部5に印加するためのものである。また、このバイアス磁石部6は、例えば、コバルト-白金-クロム層とクロム層との二層からなる薄膜金属積層物から構成されている。

【0021】

基板1の平坦面に設けられたX軸センサ2およびY軸センサ3をなす巨大磁気抵抗素子2a、2b、2c、2d、3e、3f、3g、3hについての構造は、図2に示すように、4個の帯状部5、5、5、5と、3個のバイアス磁石部6、6、6とから構成されてい

る。4個の帯状部5、5、5、5のうち、両外側の2個の帯状部5、5のバイアス磁石部6が接続されていない端部には配線層7、7が接続され、この配線層7、7は、図示しないビア部に接続されている。

【0022】

図3ないし図5は、Z軸センサ4をなす4個の巨大磁気抵抗素子のうち、巨大磁気抵抗素子4i、4jの構造を示すものである。他の巨大磁気抵抗素子4k、4lは、巨大磁気抵抗素子4i、4jと同様の構造となっているので、これについては説明を省略する。

【0023】

図3は、巨大磁気抵抗素子4i、4jの概略平面図であり、図4は、図3において破断線I-V-I'Vで切断した概略断面図であり、図5は、巨大磁気抵抗素子の帯状部5とバイアス磁石部6の配置状態を模式的に示した斜視図である。

【0024】

図4において、符号1は基板を示し、符号11は基板1上に堆積された酸化ケイ素などからなる厚膜を示す。

この厚膜11には、この厚膜11を部分的に削り取って形成された4個のV字状の溝8、8、8、8が互いに並んで平行に設けられている。また、基板1と厚膜11の間には、後述するパッシベーション膜または絶縁膜からなるエッチングストッパとして機能する層（以下、「エッチングストッパ層」と称する。）12が設けられている。

【0025】

この溝8は、その深さが $3\mu\text{m}$ ～ $7\mu\text{m}$ 、長さが $250\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ とされる細長い形状の凹部となっており、その斜面の幅が $3\mu\text{m}$ ～ $8\mu\text{m}$ となっている。また、溝8の斜面と厚膜11表面とのなす角度は 60° ～ 80° 度、好ましくは 70° 程度となっている。

なお、図4では、溝8の斜面を平坦面として描いているが、実際には製造プロセス上、外方に向けてやや張り出した湾曲面となっている。

【0026】

また、これらの溝8、8、8、8の互いに隣接する8つの斜面には、斜面の長手方向に沿い、かつ斜面の中央部分の平坦性が良好な位置に、8個の巨大磁気抵抗素子の帯状部5、5、5、5が設けられている。

また、これら8つの斜面の内、第1の斜面8aに形成された帯状部5の一方の端部から溝8の底部8bを経て隣の第2の斜面8cに形成された帯状部5の一方の端部にかけてバイアス磁石部6が設けられて、電気的に接続されている。

【0027】

また、第2の斜面8cに形成された帯状部5の他方の端部から溝8の頂部8dを跨ぐようにして隣の第3の斜面8eに形成された帯状部5の一方の端部にかけてバイアス磁石部6が設けられて、電気的に接続されている。

さらに、第3の斜面8eに形成された帯状部5の他方の端部から溝8の底部8fを経て隣の第4の斜面8gに形成された帯状部5の一方の端部にかけてバイアス磁石部6が設けられて、電気的に接続され、1個の巨大磁気抵抗素子4iが構成されている。

そして、同様にして残りの4個の帯状部5、5、5、5が3個のバイアス磁石部6、6、6によって直列に接続され、1個の巨大磁気抵抗素子4jが構成されている。

【0028】

また、厚膜11の平坦部に設けられたX軸センサ2およびY軸センサ3をなす巨大磁気抵抗素子と同様に、これら帯状部5、5、5、5のうち、両外側の2個の帯状部5、5のバイアス磁石部6が接続されていない端部には、配線層7、7が接続され、この配線層7、7は、図示しないビア部に接続されている。この配線層7は、この例では巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6をなすマグネット膜から構成されており、これによりバイアス磁石部6と配線層7を同時に作製することができる。

【0029】

また、X軸センサ2をなす巨大磁気抵抗素子およびY軸センサ3をなす巨大磁気抵抗素子においては、図2に示すように、その感知軸は、帯状部5の長手方向に直交方向（図中

の矢印の方向)で基板1の表面に平行に向けられている。また、帯状部5のピニング方向およびバイアス磁石部6のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部5の長手方向に対して30～60度、好ましくは45度で、基板1の表面に平行となっている。

【0030】

また、Z軸センサ4をなす巨大磁気抵抗素子4i、4jにおいては、図5に示すように、その感知軸は、帯状部5の長手方向に対して直交方向(図中の矢印の方向)で溝8の斜面に平行でかつ斜面上向きに向けられている。また、帯状部5のピニング方向およびバイアス磁石部6のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部5の長手方向に対して30～60度、好ましくは45度で、溝8の斜面に平行で斜面上向きとなっている。

【0031】

一方、Z軸センサ4をなす巨大磁気抵抗素子4k、4lにおいては、図6に示すように、その感知軸は、帯状部5の長手方向に対して直交方向(図中の矢印の方向)で溝8の斜面に平行でかつ斜面の下向きに向けられている。また、帯状部5のピニング方向およびバイアス磁石部6のバイアス磁界の着磁方向は、帯状部5の長手方向に対して30～60度、好ましくは45度で、溝8の斜面に平行で斜面の下向きとなっている。

【0032】

このような感知軸方向を得るためには、マグネットアレイを基板上方から接近させた状態で、基板を260～290℃にて、3時間～5時間加熱する加熱処理を施せばよく、これは従来のピニング処理と同様である。

【0033】

通常の巨大磁気抵抗素子では、感知軸方向とピニング方向とは、ともに帯状部の長手方向に対して直交方向で、基板表面に平行とされている。一方、本発明では、上述のように、帯状部5の感知軸方向とピニング方向とを異ならせることによって、巨大磁気抵抗素子の耐強磁性性が向上することになる。

【0034】

図7は、上述のX軸センサ2をなす4個の巨大磁気抵抗素子2a、2b、2c、2d、Y軸センサ3をなす4個の巨大磁気抵抗素子3e、3f、3g、3h、および、Z軸センサ4をなす4個の巨大磁気抵抗素子4i、4j、4k、4lの結線方法を示すもので、各軸センサの4個の巨大磁気抵抗素子の出力をブリッジ結線したものが示されている。

【0035】

このようなブリッジ結線を行うことで、図1の座標軸のX軸、Y軸、Z軸の正方向に磁界を印加した時に、それぞれのX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4からの出力が増加し、逆方向に磁界を印加した時には、それぞれのX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4からの出力が低下する特性が得られることになる。

【0036】

また、図1ないし図6では、図示していないが、X軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4を構成するすべての巨大磁気抵抗素子を含む基板1全面には、窒化ケイ素などのパッシベーション膜、ポリイミドなどの保護膜が被覆されており、各センサは外界から保護されている。

【0037】

図8は、基板1に設けられたビア部の構造の一例を示すもので、図8において符号21aは、ビア部を構成するアルミニウムなどからなる導体部を示し、この導体部21aは、下層の配線部に電気的に接続されている。

この導体部21aの表面の周辺部は、上述の平坦化膜22、パッシベーション膜23、厚膜11で覆われている。厚膜11の端縁部は、図示のように傾斜面となっている。

【0038】

さらに、導体部21の表面の中央部分は、配線膜25で被覆されており、この配線膜25は、上述の巨大磁気抵抗素子の配線層7に接続されている。この配線膜25も配線層7と同様にバイアス磁石部6をなすマグネット膜から構成されており、バイアス磁石部6と同時に作製することができる。

【0039】

この配線膜 25 は、図示のように、厚膜 11 の端縁部において、階段状の段差が形成されている。この段差部分の隅部では、プロセス上、配線膜 25 の厚みが薄くなって断線のおそれがある。このため、この段差部分および中央部分を覆うように、配線膜 25 上に保護導体膜 26 が積層されている。

【0040】

この保護導体膜 26 としては、この例では、巨大磁気抵抗素子の帯状部 5 をなす巨大磁気抵抗素子膜が用いられており、これによれば帯状部 5 の作製と同時に配線膜 25 上に保護導体膜 26 を積層できる。これによって、配線膜 25 の断線のおそれを回避できることになる。

さらに、このようなビア部には、窒化ケイ素などのパッシベーション膜 27、ポリイミドなどの保護膜 28 が被覆され、外界から保護されている。

【0041】

このような磁気センサにあつては、1枚の基板 1 に、X 軸センサ 2、Y 軸センサ 3 および Z 軸センサ 4 が配置されているので、小型の三軸磁気センサとして機能する。また、溝 8 の斜面の平坦性の良好な部分に巨大磁気抵抗素子の帯状部を形成することができ、感度に優れる磁気センサが得られる。

【0042】

ビア部の開口縁部でのバイアス磁石膜からなる配線膜 25 の上に巨大磁気抵抗素子膜からなる保護導体膜 26 が積層され、隅部での配線膜 25 の断線が生じるおそれが少なくなる。

さらに、帯状部 5 のピニング方向を、帯状部 5 の長手方向に対して 30～60 度としたことで、得られる巨大磁気抵抗素子の耐強磁界性が良好となる。

【0043】

(磁気センサの製造方法の第一の実施形態)

次に、本発明に係る磁気センサの製造方法の第一の実施形態について説明する。

以下の説明においては、主に、上記の溝 8、8、・・・の斜面に形成された Z 軸センサ 4 を構成する巨大磁気抵抗素子、ビア部、パッド部の作製方法について説明する。

まず、基板 1 を用意する。この基板 1 は、上述のように、シリコンなどの半導体基板に磁気センサの駆動回路、信号処理回路などの半導体集積回路、配線層などが予め形成されたものである。

【0044】

図 9 (a) に示すように、この基板 1 には、その最上層の配線層の一部をなすビア部 A のアルミニウムなどからなる導体部 21a と、パッド部 B のアルミニウムなどからなる導体部 21b が設けられている。

【0045】

この基板 1 上に、まず平坦化膜 31 を成膜する。この平坦化膜 31 としては、例えば、プラズマ CVD 法による厚み 300 nm の酸化ケイ素膜、厚み 600 nm の SOG 膜、トリエトキシシランを原料として製膜した厚み 50 nm の酸化ケイ素膜を順次積層したものなどが用いられる。

【0046】

次に、図 9 (b) に示すように、ビア部 A、パッド部 B の導体部 21a、21b 上の平坦化膜 31 をエッチングにより取り除き、それらの導体部 21a、21b を開口させる。

【0047】

さらに、図 9 (c) に示すように、基板 1 全面にパッシベーション膜 32 を成膜する。このパッシベーション膜 32 としては、例えば、プラズマ CVD 法により形成され、下層をなす厚み 250 nm の酸化ケイ素膜 33 と、プラズマ CVD 法により形成され、上層をなす厚み 600 nm の窒化ケイ素膜 34 との積層膜などが用いられる。

【0048】

次いで、図 9 (d) に示すように、ビア部 A、パッド部 B の導体部 21a、21b の上

方に堆積している窒化ケイ素膜 34 をエッチングにより除去する。この際、酸化ケイ素膜 33 は残し、窒化ケイ素膜 34 の除去の範囲は、平坦化膜 31 の開口幅よりも小さくする。このようにすることにより、ビア部 A およびパッド部 B の開口部分において、平坦化膜 31 の端面が露出して、基板 1 に形成された配線層や半導体集積回路などに水分が侵入することが防止される。

【0049】

次いで、図 10 (a) に示すように、この上に厚み $5\mu\text{m}$ 程度のプラズマ CVD 法による酸化ケイ素からなる厚膜 35 を形成する。この厚膜 35 は、後述するように、上記の溝 8、8、... が形成されるものである。

【0050】

次に、図 10 (b) に示すように、この厚膜 35 上に厚み $3\mu\text{m}$ 程度のレジスト膜 36 を全面に形成する。このレジスト膜 36 の一部をエッチング処理により除去して、レジストパターンを形成する。このレジストパターンは、溝形成部 C の各溝に相当する部分、ビア部 A およびパッド部 B のみが開口するようにする。

【0051】

次に、図 10 (c) に示すように、残っているレジスト膜 36 に温度 150°C にて、10 分程度の加熱処理を施し、レジスト膜 36 を熔融させる。この加熱処理によりレジストが熔融し、熔融液の表面張力に起因して、図示のように、レジスト 36 膜の上面が盛り上がりと同時に、端面が傾斜面となる。特に、溝形成部 C に対応する部分のレジスト膜 36 では、断面形状が山状となって、その高さが約 $5\mu\text{m}$ 程度に盛り上がる。

【0052】

この後、図 11 (a) に示すように、パッシベーション膜 32 の上層をなす窒化ケイ素膜 34 をエッチングストップとして利用して、レジスト膜 36 と厚膜 35 に対してドライエッチングを行い、厚膜 35 に溝 8、8、... を形成すると同時に、ビア部 A およびパッド部 B に薄くなった厚膜 35 を残す。

窒化ケイ素膜 34 をエッチングストップとして利用することにより、溝形成部 C において、窒化ケイ素膜 34 を露出した時点で、ドライエッチングを終了する。

【0053】

このドライエッチング条件を、以下の通りとする。

例えば、 $\text{C}_4\text{F}_8/\text{Ar}/\text{CH}_2\text{F}_2 = 7/500/4\text{ sccm}$ の混合ガスを用い、ガス圧 = 50 mTorr 、RF パワー = 1500 W 、にて反応性イオンエッチング (RIE) を行う。

【0054】

ドライエッチング条件を上記のようにすることにより、レジスト膜 36 をなすレジストと、厚膜 35 をなす酸化ケイ素とのエッチング選択比を大きくすることができるので、窒化ケイ素膜 34 をエッチングストップとして利用することができる。これにより、図 11 (a) に示すように、溝 8、8、... を、厚膜 35 の窒化ケイ素膜 34 と接する面とは反対の面から、窒化ケイ素膜 34 の厚膜 35 と接する面に渡って形成することができる。また、上記のドライエッチング条件によれば、レジスト膜 36 をなすレジストと、厚膜 35 をなす酸化ケイ素とのエッチング選択比を、例えば、6 とすることができる。

【0055】

このドライエッチングの際に、図 11 (a) に示すように、ビア部 A およびパッド部 B では、その開口の広さがパッシベーション膜 32 の開口の広さよりも大きくならないようにする。

この後、厚膜 35 上に残っているレジスト膜 36 を除去する。

【0056】

これにより、図 11 (a) に示すように、厚膜 35 の溝形成部 C には、溝 8、8、... が形成される。さらに、図 11 (b) に示すように、ビア部 A の導体部 21a を覆っている厚膜 35 および酸化ケイ素膜 33 をエッチングにより取り除き、導体部 21a を露出する。

【0057】

次いで、基板1全面に、巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6となるマグネット膜をスパッタリングにより成膜し、レジストワーク、エッチングにより不要部分を除去し、図11(c)に示すように、溝8、8、...の斜面上にバイアス磁石部6を形成し、これと同時にビア部Aの導体部21a上に配線膜25を形成し、この配線膜25と巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6とを繋ぐ配線層7を形成する。

【0058】

このマグネット膜には、先に述べたとおりの多層金属薄膜が用いられる。

この際に、厚膜35の平坦面にも、X軸センサ2、Y軸センサ3を構成する各巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6とこれの配線層7も形成する。

【0059】

このバイアス磁石部6の形成のためのレジストワークの際に、溝8の斜面でのマグネット膜のエッチングを適切に行うため、パターン形成後のレジスト膜に加熱処理を施して、レジスト膜の端面を傾斜面とすることが好ましい。

【0060】

次いで、この上に巨大磁気抵抗素子の帯状部5となる巨大磁気抵抗素子膜をスパッタリングにより全面に成膜する。この巨大磁気抵抗素子膜としては、先に述べた通りの多層金属薄膜が用いられる。

さらに、この状態の基板1をマグネットアレイ上にセットして、温度260～290℃にて、3時間～5時間の熱処理を施し、巨大磁気抵抗素子膜に対して、ピニング処理を施す。

【0061】

この後、巨大磁気抵抗素子膜に対してレジストワーク、エッチングを行い、不要部分を除去して、図12(a)に示すように、溝8、8、...の斜面上に帯状部5、5、...を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これにより、Z軸センサ4が完成する。

【0062】

同時にビア部Aの導体部21a上に先に形成されたマグネット膜からなる配線膜25上にも巨大磁気抵抗素子膜を残し、保護導体膜26とする。これにより図8に示すビア部Aの構造が得られる。

さらに、これと同時に、厚膜35の平坦面にも、帯状部5を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これによりX軸センサ2と、Y軸センサ3が完成する。

【0063】

次いで、図12(b)に示すように、プラズマCVD法による厚み1μmの窒化ケイ素膜からなるパッシベーション膜27を成膜し、さらにこの上にポリイミドからなる保護膜28を設ける。さらに、この保護膜28、パッシベーション膜27のうち、パッド部Bにある部分を除去し、開口する。

【0064】

次いで、図12(c)に示すように、保護膜28をマスクとして、エッチングを行い、パッド部Bの導体部28を覆っている酸化ケイ素膜33と厚膜35を除去し、パッド部Bの導体部21bを露出させて、目的とする磁気センサを得る。

【0065】

このような磁気センサの製造方法によれば、1枚の基板にX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4を作製することができる上に、これと同時にビア部、パッド部も作製することができ、一連の連続したプロセスで小型の三軸磁気センサを一挙に製造することが可能になる。また、窒化ケイ素膜34をエッチングストップパとして利用して、レジスト膜36と厚膜35とをエッチングすることにより、溝8、8、...を、厚膜35の窒化ケイ素膜34と接する面とは反対の面から、窒化ケイ素膜34の厚膜35と接する面に渡って形成することができる。これにより、基板面に対して垂直方向に感度成分をもって巨大磁気抵抗素子型磁気センサ形成に必要な所定角度の斜面を形成することができる。

【0066】

(磁気センサの製造方法の第二の実施形態)

次に、本発明に係る磁気センサの製造方法の第二の実施形態について説明する。

以下の説明においては、主に、第一の実施形態と同様にして、上記の溝 8、8、・・・の斜面に形成された Z 軸センサ 4 を構成する巨大磁気抵抗素子、ビア部、パッド部の作製方法について説明する。

まず、基板 1 を用意する。この基板 1 は、上述のように、シリコンなどの半導体基板に磁気センサの駆動回路、信号処理回路などの半導体集積回路、配線層などが予め形成されたものである。

【0067】

図 13 (a) に示すように、この基板 1 には、その最上層の配線層の一部をなすビア部 A のアルミニウムなどからなる導体部 21a と、パッド部 B のアルミニウムなどからなる導体部 21b が設けられている。

【0068】

この基板 1 上に、まず平坦化膜 31 を成膜する。この平坦化膜 31 としては、例えば、プラズマ CVD 法による厚み 300 nm の酸化ケイ素膜、厚み 600 nm の SOG 膜、トリエトキシシランを原料として製膜した厚み 50 nm の酸化ケイ素膜を順次積層したものなどが用いられる。

【0069】

次に、図 13 (b) に示すように、ビア部 A、パッド部 B の導体部 21a、21b 上の平坦化膜 31 をエッチングにより取り除き、それらの導体部 21a、21b を開口させる。

【0070】

さらに、図 13 (c) に示すように、基板 1 全面にパッシベーション膜 32 を成膜する。このパッシベーション膜 32 としては、例えば、プラズマ CVD 法により形成され、下層をなす厚み 250 nm の酸化ケイ素膜 33 と、プラズマ CVD 法により形成され、上層をなす厚み 600 nm の窒化ケイ素膜 34 との積層膜などが用いられる。

【0071】

次いで、図 13 (d) に示すように、ビア部 A、パッド部 B の導体部 21a、21b の上方に堆積している窒化ケイ素膜 34 をエッチングにより除去する。この際、酸化ケイ素膜 33 は残し、窒化ケイ素膜 34 の除去の範囲は、平坦化膜 31 の開口幅よりも小さくする。このようにすることにより、ビア部 A およびパッド部 B の開口部分において、平坦化膜 31 の端面が露出して、基板 1 に形成された配線層や半導体集積回路などに水分が侵入することが防止される。

【0072】

次いで、図 14 (a) に示すように、スパッタリングにより、この上に厚み 0.2 μ m 程度の絶縁膜 37 を形成する。絶縁膜 37 としては、酸化アルミニウム (Al_2O_3)、窒化ホウ素 (BN)、ダイヤモンド状炭素などからなる膜が挙げられる。

【0073】

次いで、図 14 (b) に示すように、この絶縁膜 37 上に厚み 3 μ m 程度のレジスト膜 38 を全面に形成する。

【0074】

次いで、図 14 (c) に示すように、このレジスト膜 38 の一部をエッチング処理により除去して、レジストパターンを形成する。このレジストパターンは、ビア部 A およびパッド部 B のみが開口するようにして、絶縁膜 37 を露出する。

【0075】

次いで、図 15 (a) に示すように、このビア部 A およびパッド部 B に相当する部分の絶縁膜 37 をイオンミリングにより除去し、酸化ケイ素膜 33 を露出する。

【0076】

次いで、図 15 (b) に示すように、残ったレジスト膜 38 を除去する。

【0077】

次いで、図16 (a) に示すように、この上に厚み $5\mu\text{m}$ 程度のプラズマCVD法による酸化ケイ素からなる厚膜35を形成する。この厚膜35は、後述するように、上記の溝8、8、・・・が形成されるものである。

【0078】

次に、図16 (b) に示すように、この厚膜35上に厚み $3\mu\text{m}$ 程度のレジスト膜36を全面に形成する。このレジスト膜36の一部をエッチング処理により除去して、レジストパターンを形成する。このレジストパターンは、溝形成部Cの各溝に相当する部分、ビア部Aおよびパッド部Bのみが開口するようにする。

【0079】

次に、図16 (c) に示すように、残っているレジスト膜36に温度 150°C にて、10分程度の加熱処理を施し、レジスト膜36を溶融させる。この加熱処理によりレジストが溶融し、溶融液の表面張力に起因して、図示のように、レジスト36膜の上面が盛り上がりと同時に、端面が傾斜面となる。特に、溝形成部Cに対応する部分のレジスト膜36では、断面形状が山状となって、その高さが約 $5\mu\text{m}$ 程度に盛り上がる。

【0080】

この後、図17 (a) に示すように、絶縁膜37をエッチングストップとして利用し、レジストと酸化ケイ素とのエッチング選択比がほぼ1対1となるような条件にて、レジスト膜36と厚膜35に対してドライエッチングを行い、厚膜35に溝8、8、・・・を形成すると同時に、ビア部Aおよびパッド部Bに薄くなった厚膜35を残す。

【0081】

このドライエッチング条件は、以下の通りとする。

例えば、 $\text{CF}_4 / \text{CHF}_3 / \text{N}_2 = 30 / 90 / 5 \text{ sccm}$ の混合ガスを用い、ガス圧 $= 200 \text{ mTorr}$ 、RFパワー $= 750 \text{ W}$ 、にて、枚葉式反応性イオンエッチング (RIE) を行う。

【0082】

ドライエッチング条件を上記のようにすることにより、レジスト膜36をなすレジストと、厚膜35をなす酸化ケイ素とのエッチング選択比をほぼ1対1とすることができるので、絶縁膜37をエッチングストップとして利用することができる。これにより、図11 (a) に示すように、溝8、8、・・・を、厚膜35の絶縁膜37と接する面とは反対の面から、絶縁膜37の厚膜35と接する面に渡って形成することができる。

【0083】

このドライエッチングの際に、図17 (a) に示すように、ビア部Aおよびパッド部Bでは、その開口の広さがパッシベーション膜32の開口の広さよりも大きくならないようにする。

この後、厚膜35上に残っているレジスト膜36を除去する。

【0084】

これにより、図17 (a) に示すように、厚膜35の溝形成部Cには、溝8、8、・・・が形成される。さらに、図17 (b) に示すように、ビア部Aの導体部21aを覆っている厚膜35および酸化ケイ素膜33をエッチングにより取り除き、導体部21aを露出する。

【0085】

次いで、基板1全面に、巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6となるマグネット膜をスパッタリングにより成膜し、レジストワーク、エッチングにより不要部分を除去し、図17 (c) に示すように、溝8、8、・・・の斜面上にバイアス磁石部6を形成し、これと同時にビア部Aの導体部21a上に配線膜25を形成し、この配線膜25と巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6とを繋ぐ配線層7を形成する。

【0086】

このマグネット膜には、先に述べたとおりの多層金属薄膜が用いられる。

この際に、厚膜35の平坦面にも、X軸センサ2、Y軸センサ3を構成する各巨大磁気抵抗素子のバイアス磁石部6とこれの配線層7も形成する。

【0087】

このバイアス磁石部6の形成のためのレジストワークの際に、溝8の斜面でのマグネット膜のエッチングを適切に行うため、パターン形成後のレジスト膜に加熱処理を施して、レジスト膜の端面を傾斜面とすることが好ましい。

【0088】

次いで、この上に巨大磁気抵抗素子の帯状部5となる巨大磁気抵抗素子膜をスパッタリングにより全面に成膜する。この巨大磁気抵抗素子膜としては、先に述べた通りの多層金属薄膜が用いられる。

さらに、この状態の基板1をマグネットアレイ上にセットして、温度260～290℃にて、3時間～5時間の熱処理を施し、巨大磁気抵抗素子膜に対して、ピニング処理を施す。

【0089】

この後、巨大磁気抵抗素子膜に対してレジストワーク、エッチングを行い、不要部分を除去して、図18(a)に示すように、溝8、8、・・・の斜面上に帯状部5、5、・・・を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これにより、Z軸センサ4が完成する。

【0090】

同時にビア部Aの導体部21a上に先に形成されたマグネット膜からなる配線膜25上にも巨大磁気抵抗素子膜を残し、保護導体膜26とする。これにより図8に示すビア部Aの構造が得られる。

さらに、これと同時に、厚膜35の平坦面にも、帯状部5を形成し、巨大磁気抵抗素子を作製する。これによりX軸センサ2と、Y軸センサ3が完成する。

【0091】

次いで、図18(b)に示すように、プラズマCVD法による厚み1μmの窒化ケイ素膜からなるパッシベーション膜27を成膜し、さらにこの上にポリイミドからなる保護膜28を設ける。さらに、この保護膜28、パッシベーション膜27のうち、パッド部Bにある部分を除去し、開口する。

【0092】

次いで、図18(c)に示すように、保護膜28をマスクとして、エッチングを行い、パッド部Bの導体部28を覆っている酸化ケイ素膜33と厚膜35を除去し、パッド部Bの導体部21bを露出させて、目的とする磁気センサを得る。

【0093】

このような磁気センサの製造方法によれば、1枚の基板にX軸センサ2、Y軸センサ3およびZ軸センサ4を作製することができる上に、これと同時にビア部、パッド部も作製することができ、一連の連続したプロセスで小型の三軸磁気センサを一挙に製造することが可能になる。また、パッシベーション膜32の上に絶縁膜37を形成し、この絶縁膜をエッチングストップとして利用して、レジスト膜36と厚膜35とをエッチングすることにより、溝8、8、・・・を、厚膜35の絶縁膜37と接する面とは反対の面から、絶縁膜37の厚膜35と接する面に渡って形成することができる。これにより、基板面に対して垂直方向に感度成分をもって巨大磁気抵抗素子型磁気センサ形成に必要な所定角度の斜面を形成することができる。また、絶縁膜37をパッシベーション膜32の上に形成することにより、深さ方向の溝形状の制御が容易になる。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明は、携帯電話をはじめとして、様々な携帯型電子機器に搭載する電子コンパスにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】本発明の磁気センサの一例を示す概略平面図である。

【図2】本発明でのGMR素子の例を示す概略平面図である。

【図3】本発明でのZ軸センサを構成するGMR素子の例を示す概略平面図である。

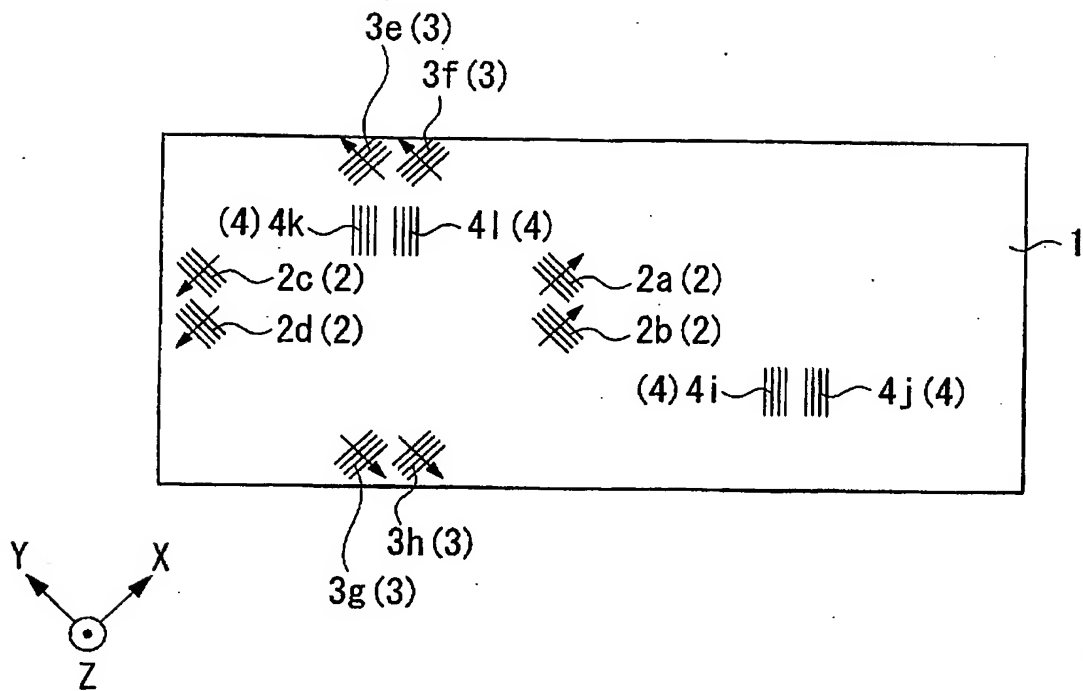
- 【図 4】本発明での Z 軸センサを構成する GMR 素子の例を示す概略断面図である。
- 【図 5】本発明での Z 軸センサを構成する GMR 素子の例を示す概略斜視図である。
- 【図 6】本発明での Z 軸センサを構成する GMR 素子の他の例を示す概略斜視図である。
- 【図 7】本発明での各軸センサをなす GMR 素子の結線方法の例を示す説明図である。
- 【図 8】本発明の磁気センサのビア部の構造の例を示す概略断面図である。
- 【図 9】本発明の磁気センサの製造方法の第一の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 10】本発明の磁気センサの製造方法の第一の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 11】本発明の磁気センサの製造方法の第一の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 12】本発明の磁気センサの製造方法の第一の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 13】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 14】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 15】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 16】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 17】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。
- 【図 18】本発明の磁気センサの製造方法の第二の実施形態を工程順に示す概略断面図である。

【符号の説明】

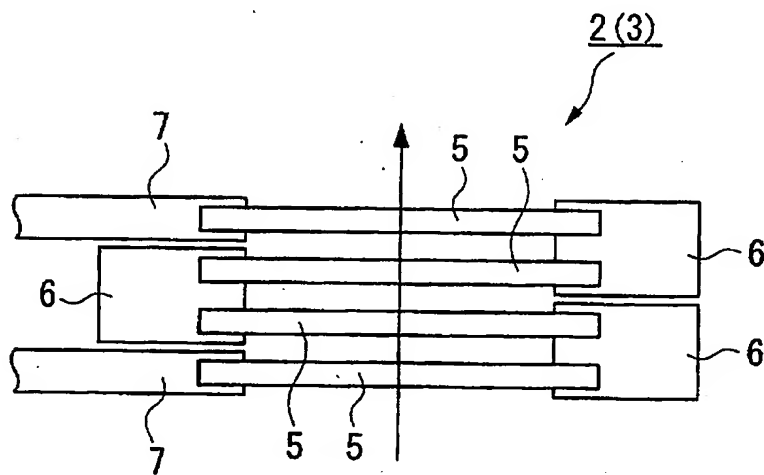
【0096】

1・・・基板、2・・・X軸センサ、3・・・Y軸センサ、5・・・帯状部、6・・・バイアス磁石部、7・・・配線層、A・・・ビア部、B・・・パッド部、8・・・溝、21a, 21b・・・導体部、25・・・配線膜、27・・・パッシベーション膜、28・・・保護膜、31・・・平坦化膜、32・・・パッシベーション膜、33・・・酸化ケイ素膜、34・・・窒化ケイ素膜、35・・・厚膜、36・・・レジスト膜、37・・・絶縁膜、38・・・レジスト膜。

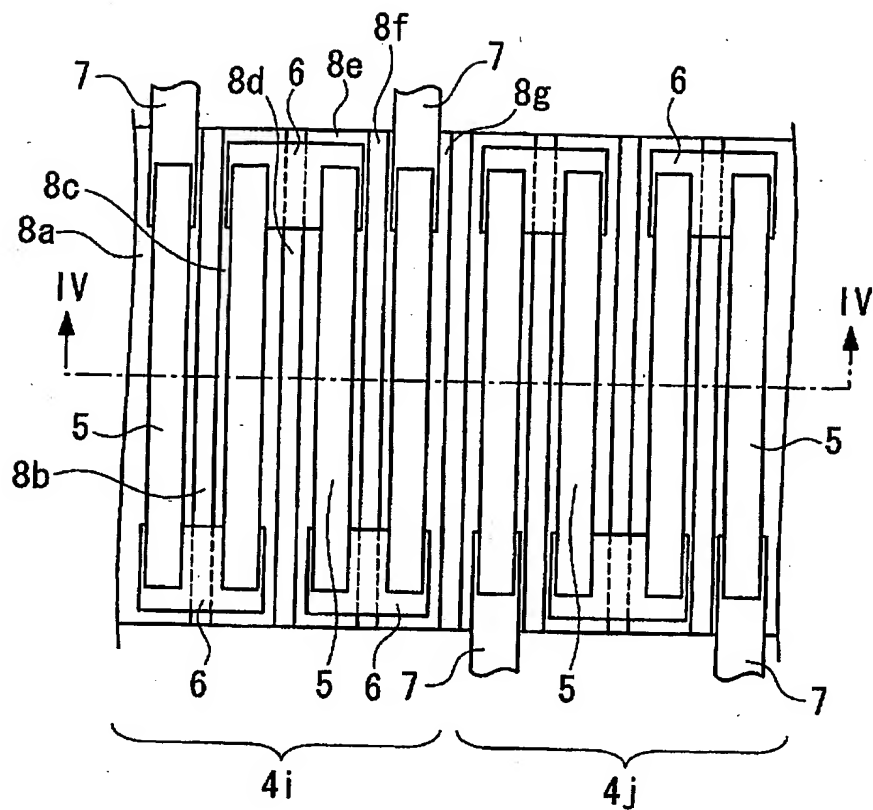
【書類名】 図面
【図 1】



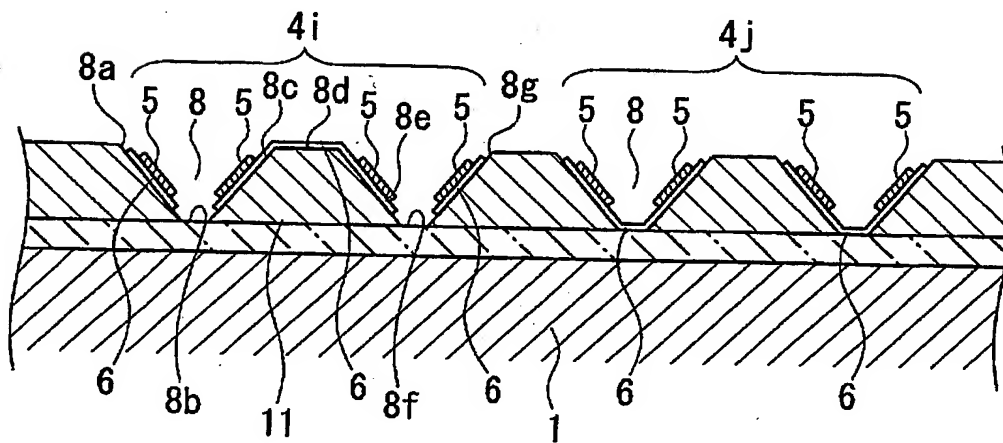
【図 2】



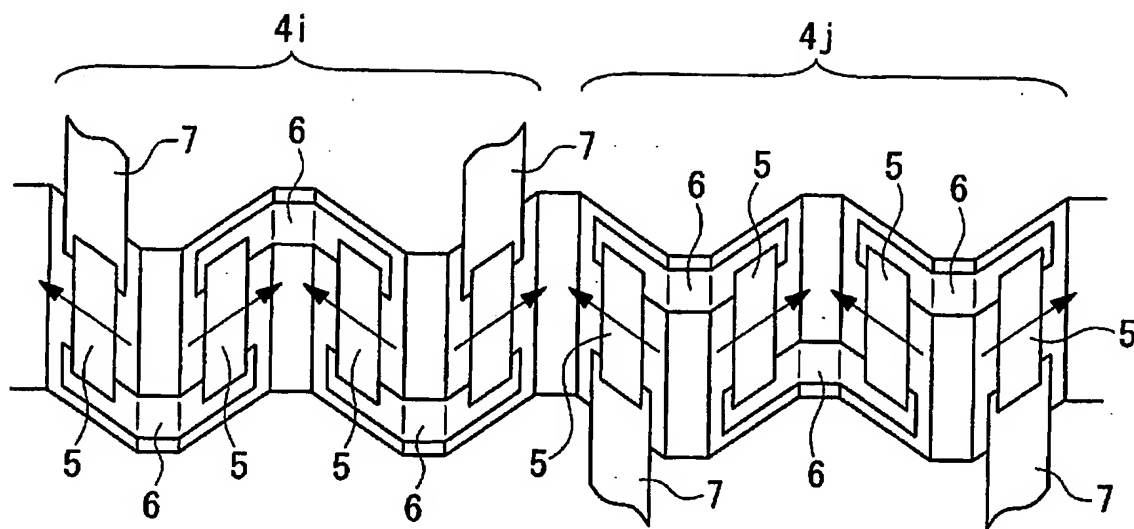
【図3】



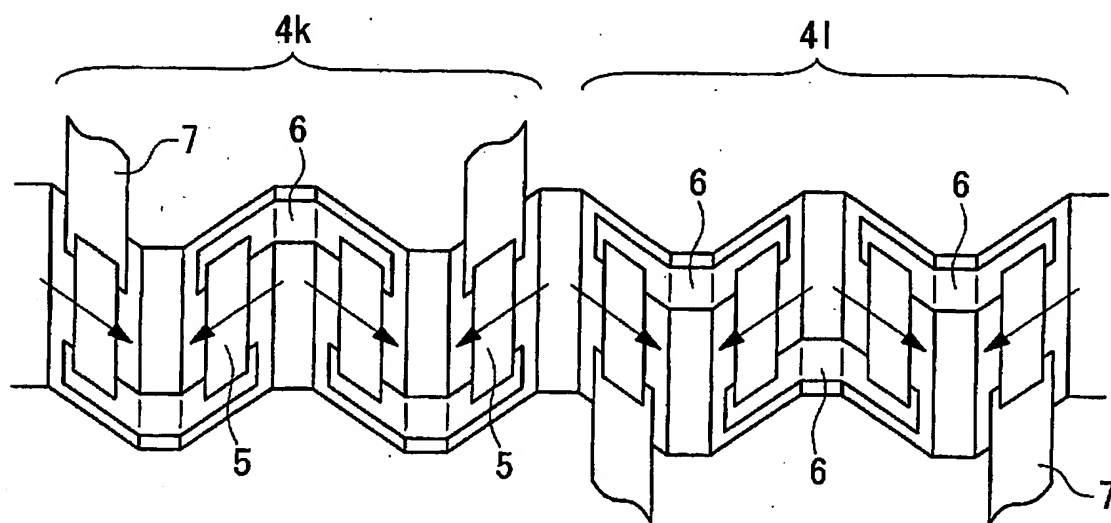
【図4】



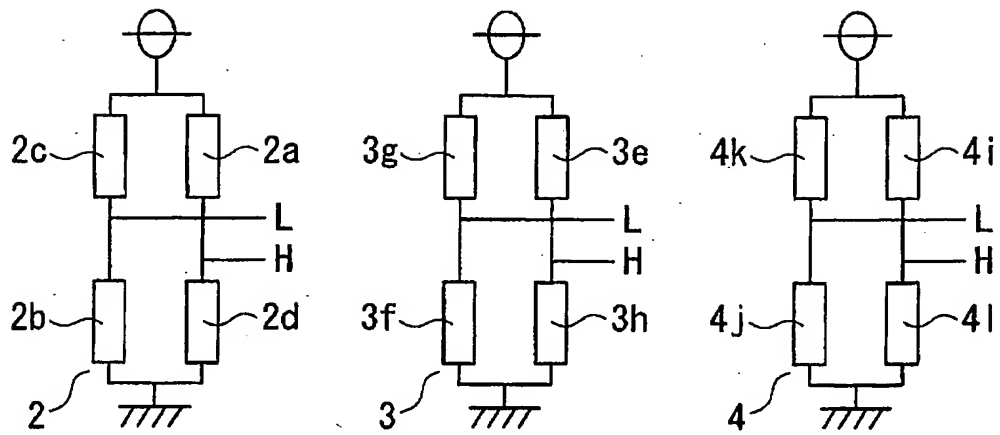
【図 5】



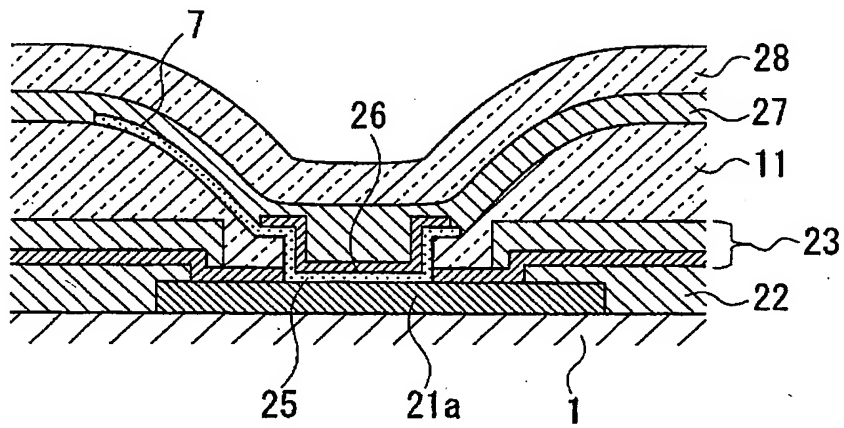
【図 6】



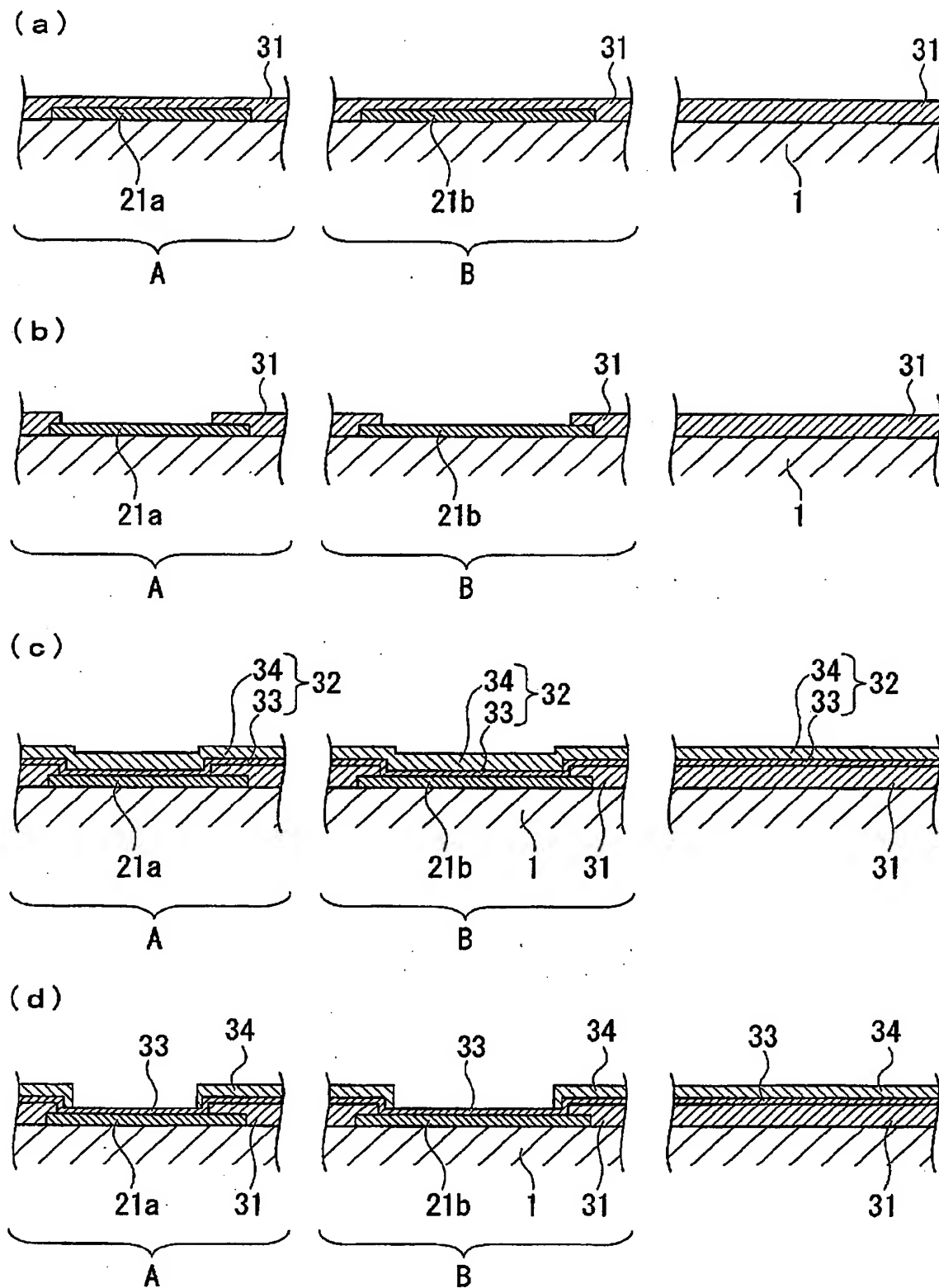
【図 7】



【図 8】

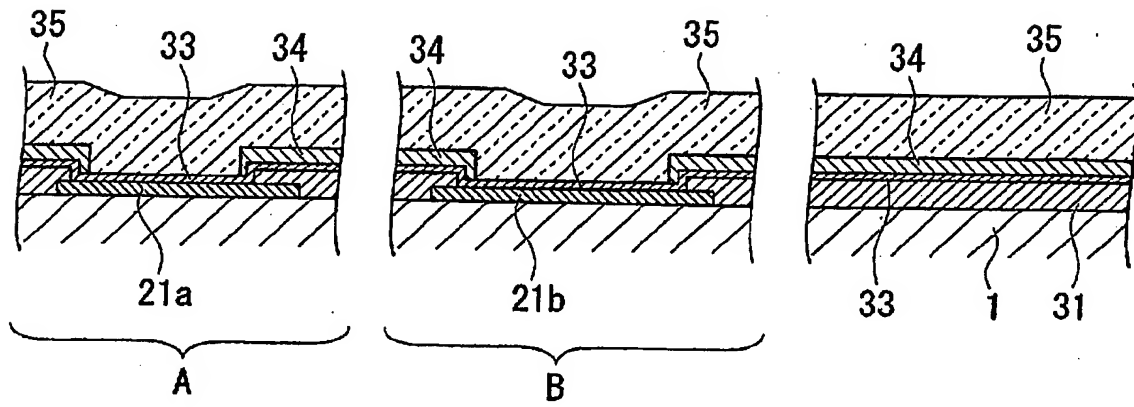


【図 9】

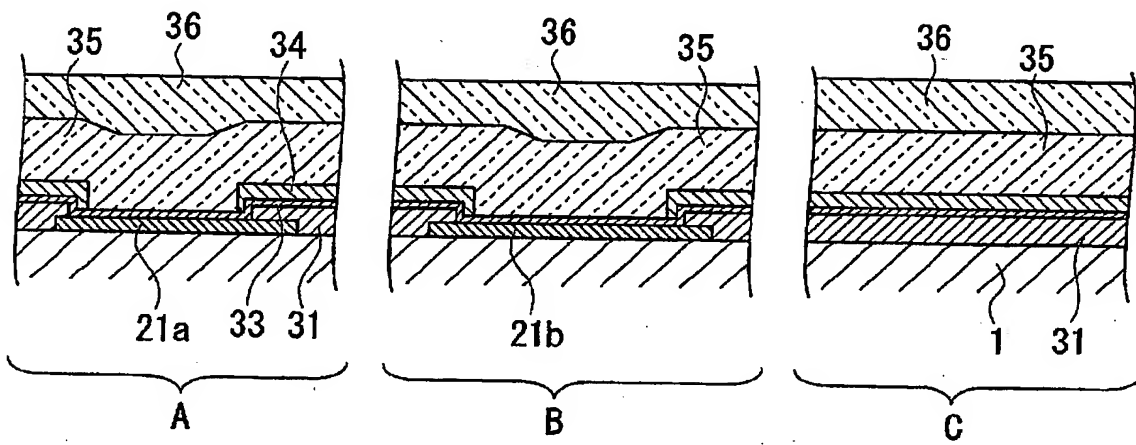


【図10】

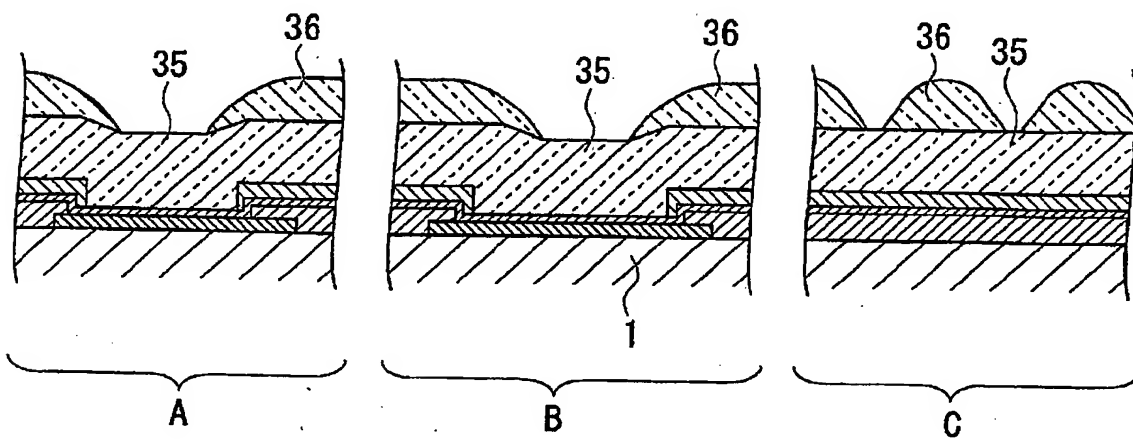
(a)



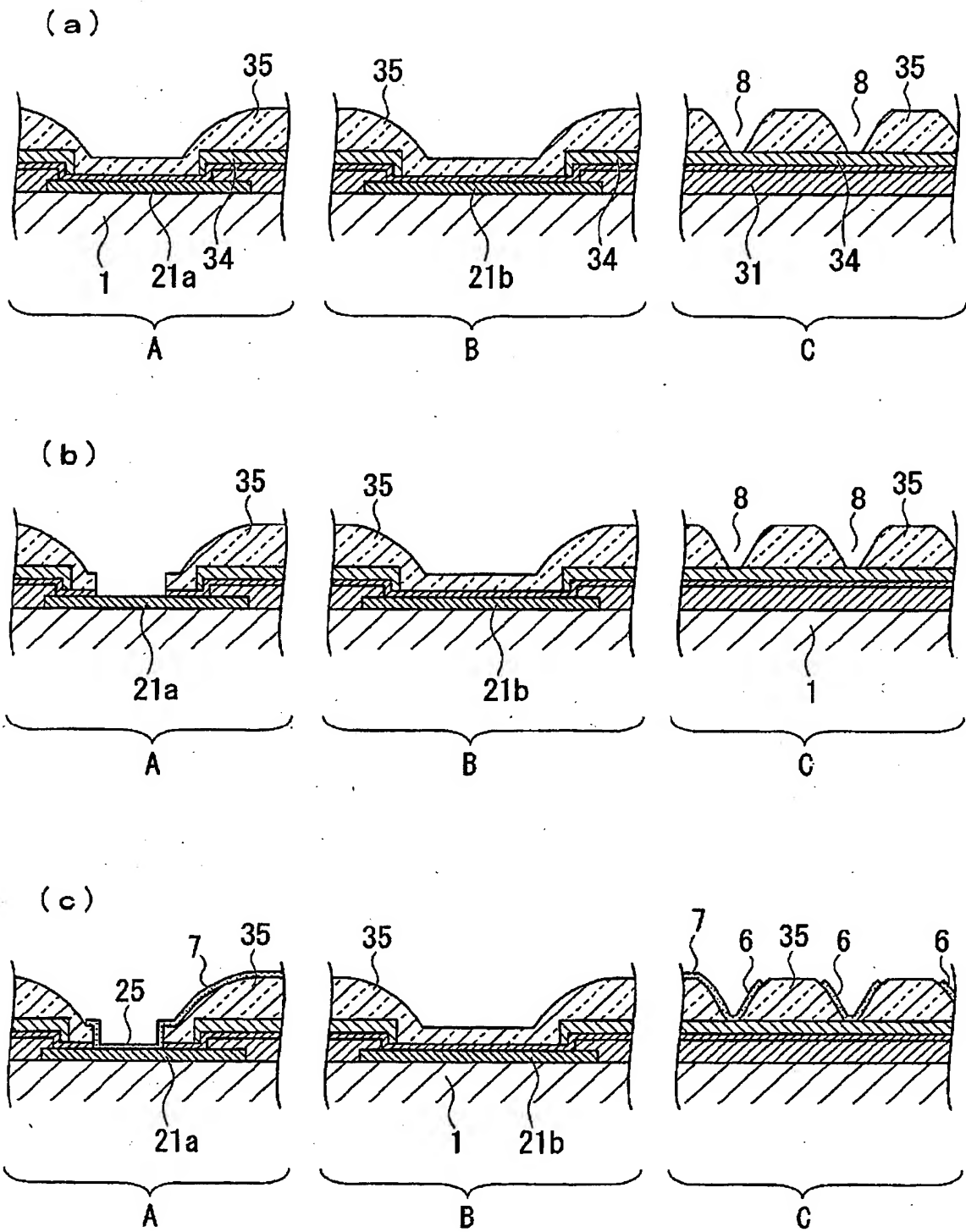
(b)



(c)

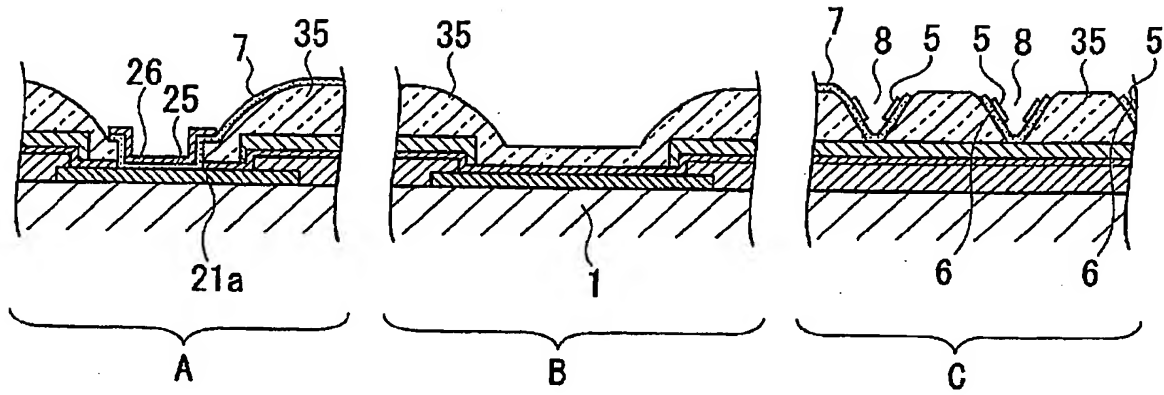


【図11】

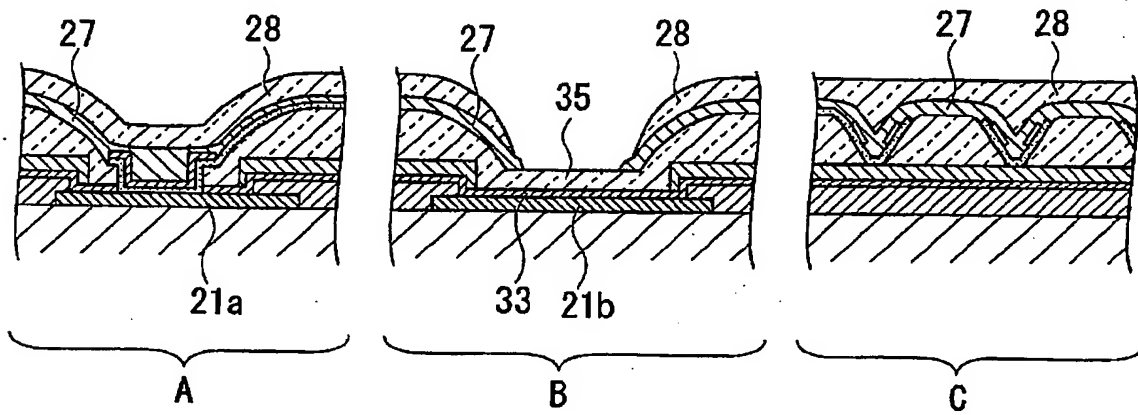


【図12】

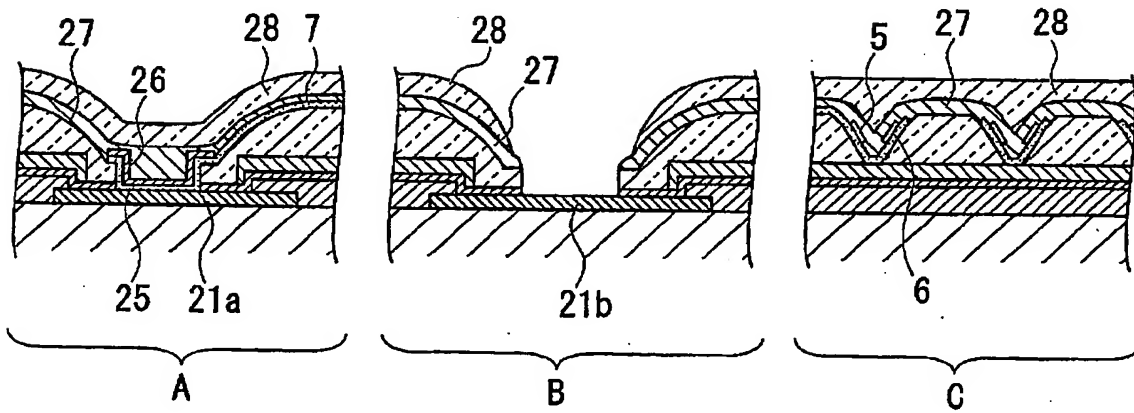
(a)



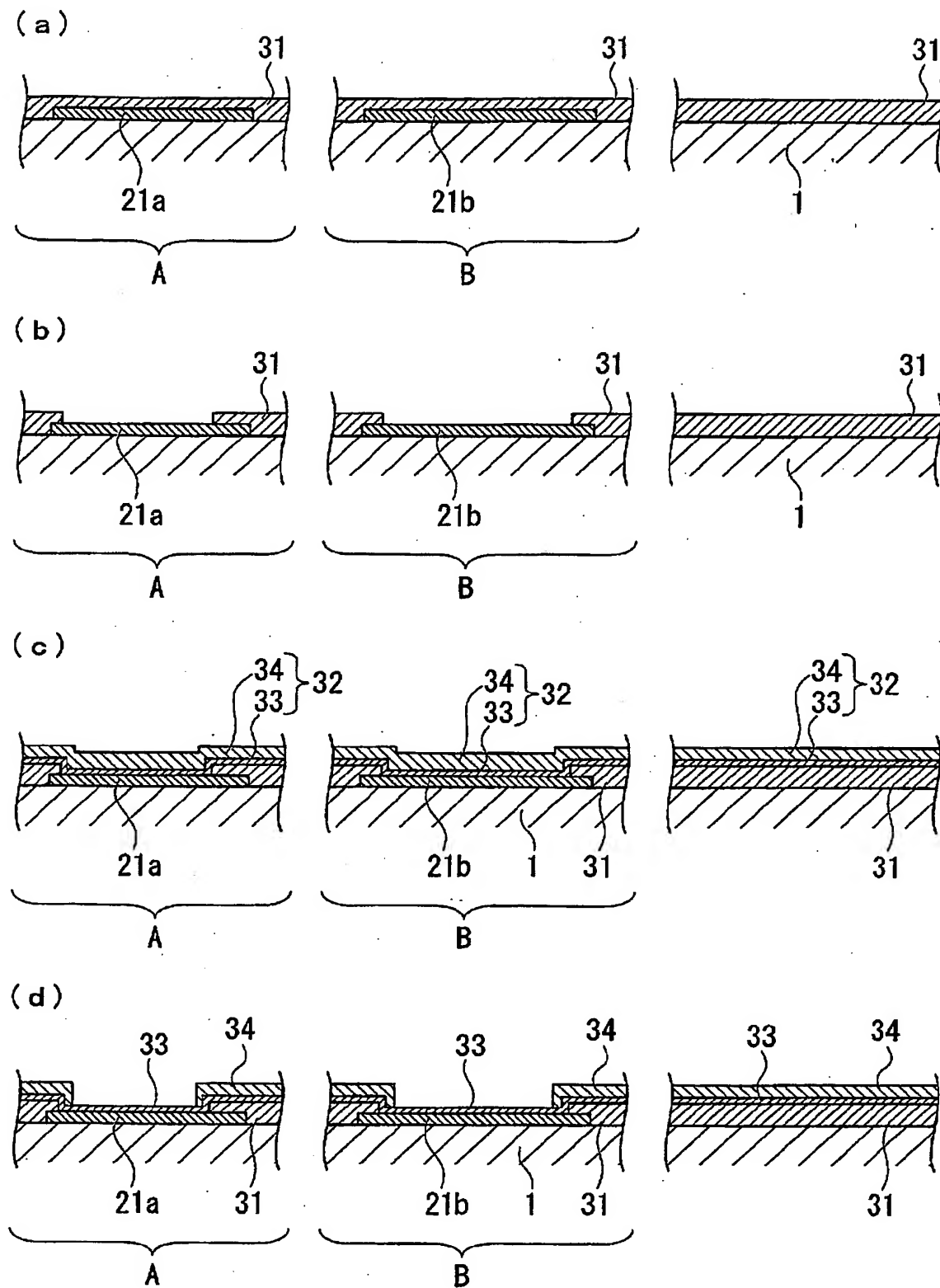
(b)



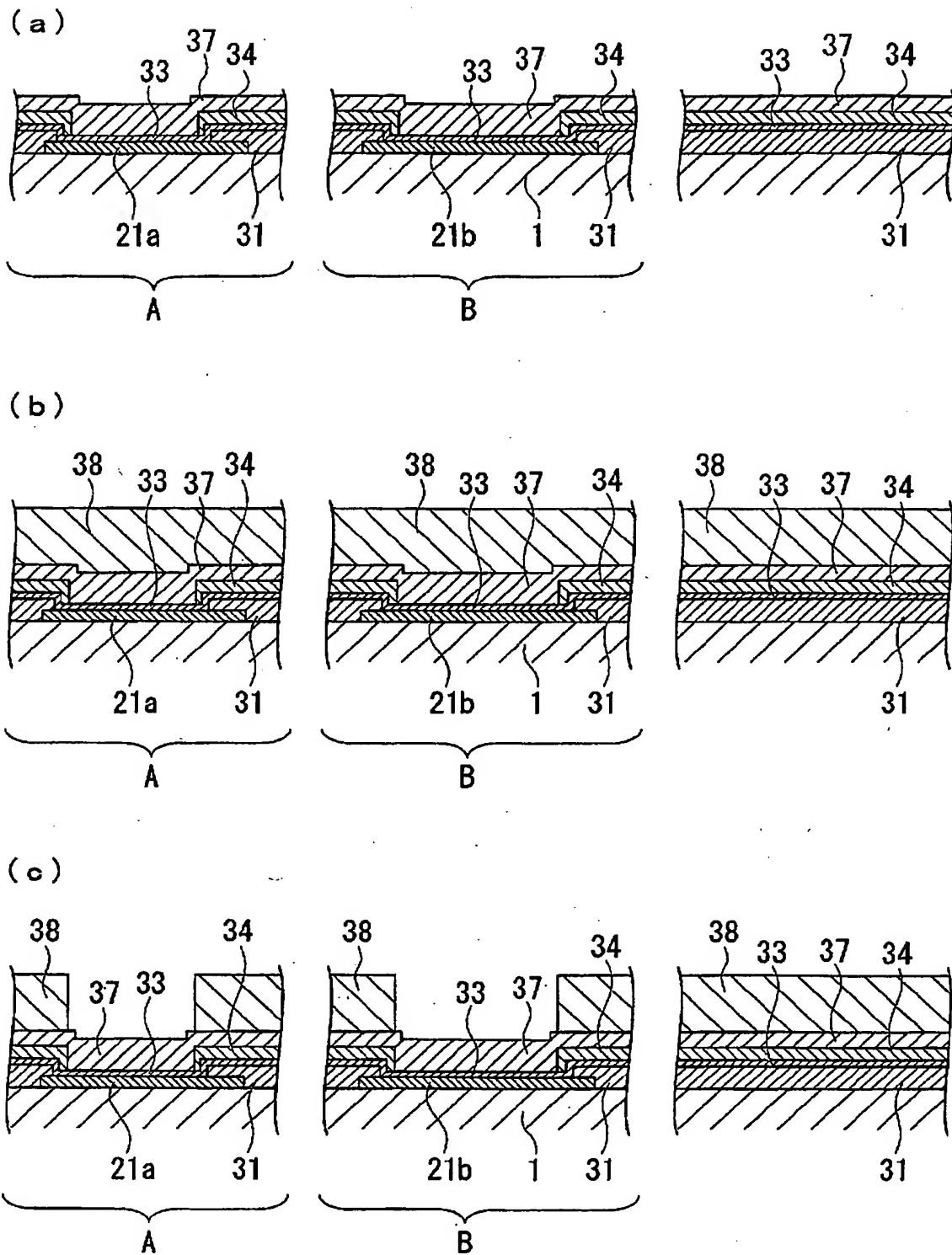
(c)



【図 13】

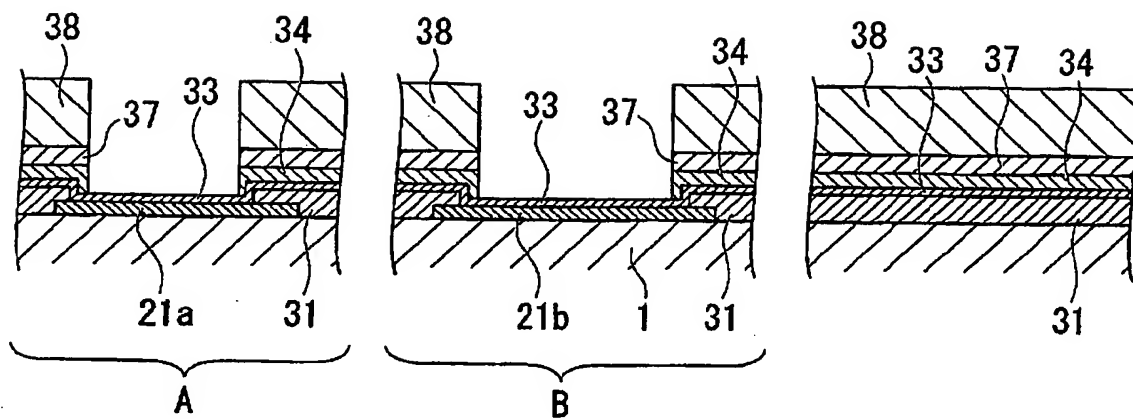


【図 14】

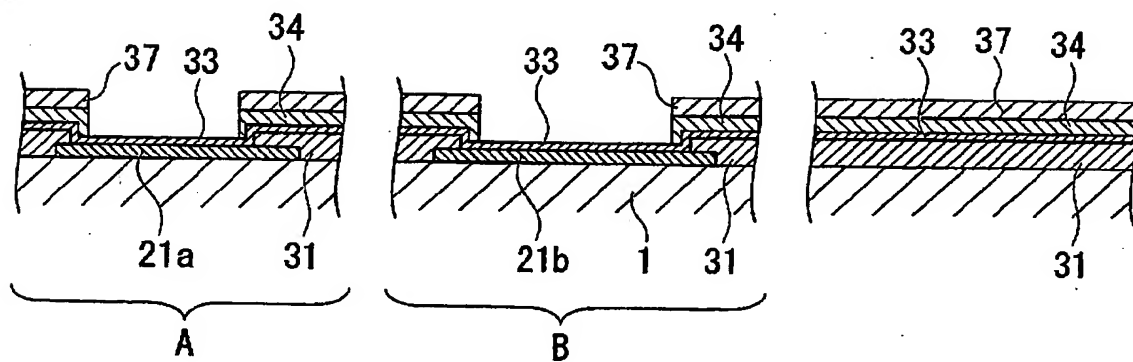


【図 15】

(a)

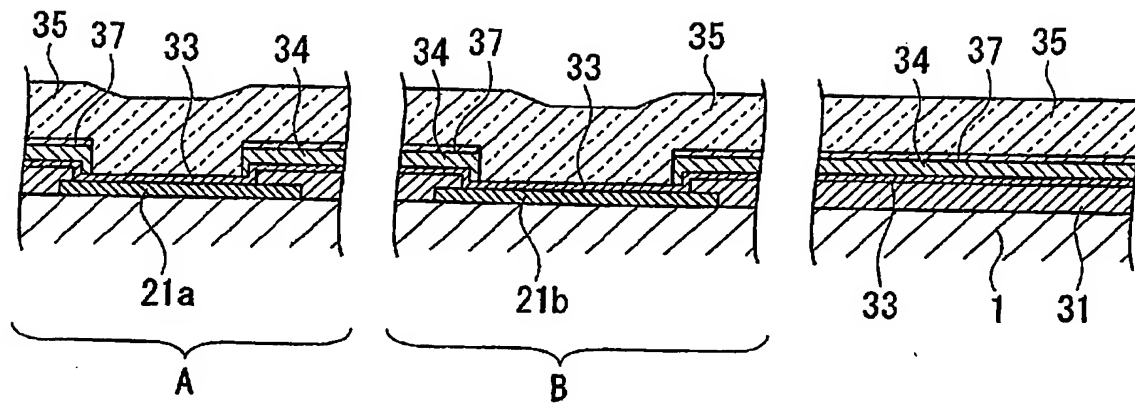


(b)

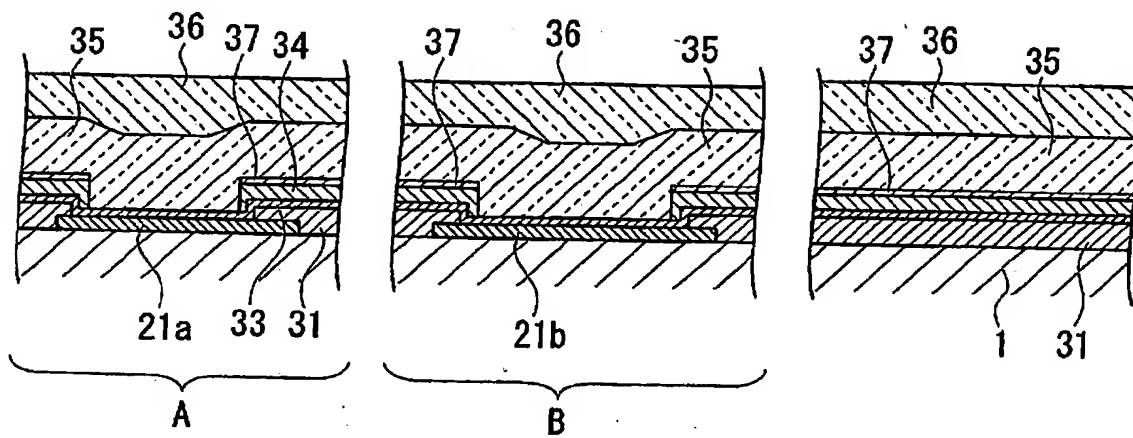


【図16】

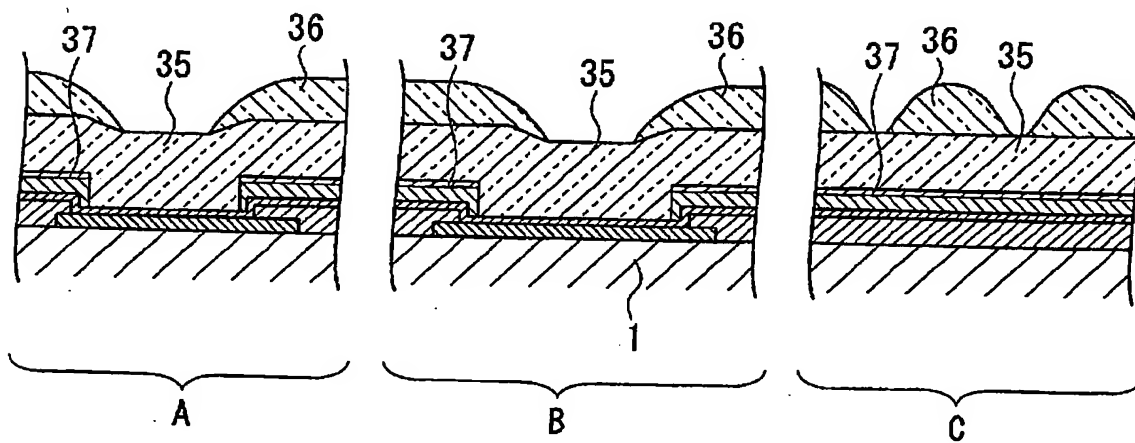
(a)



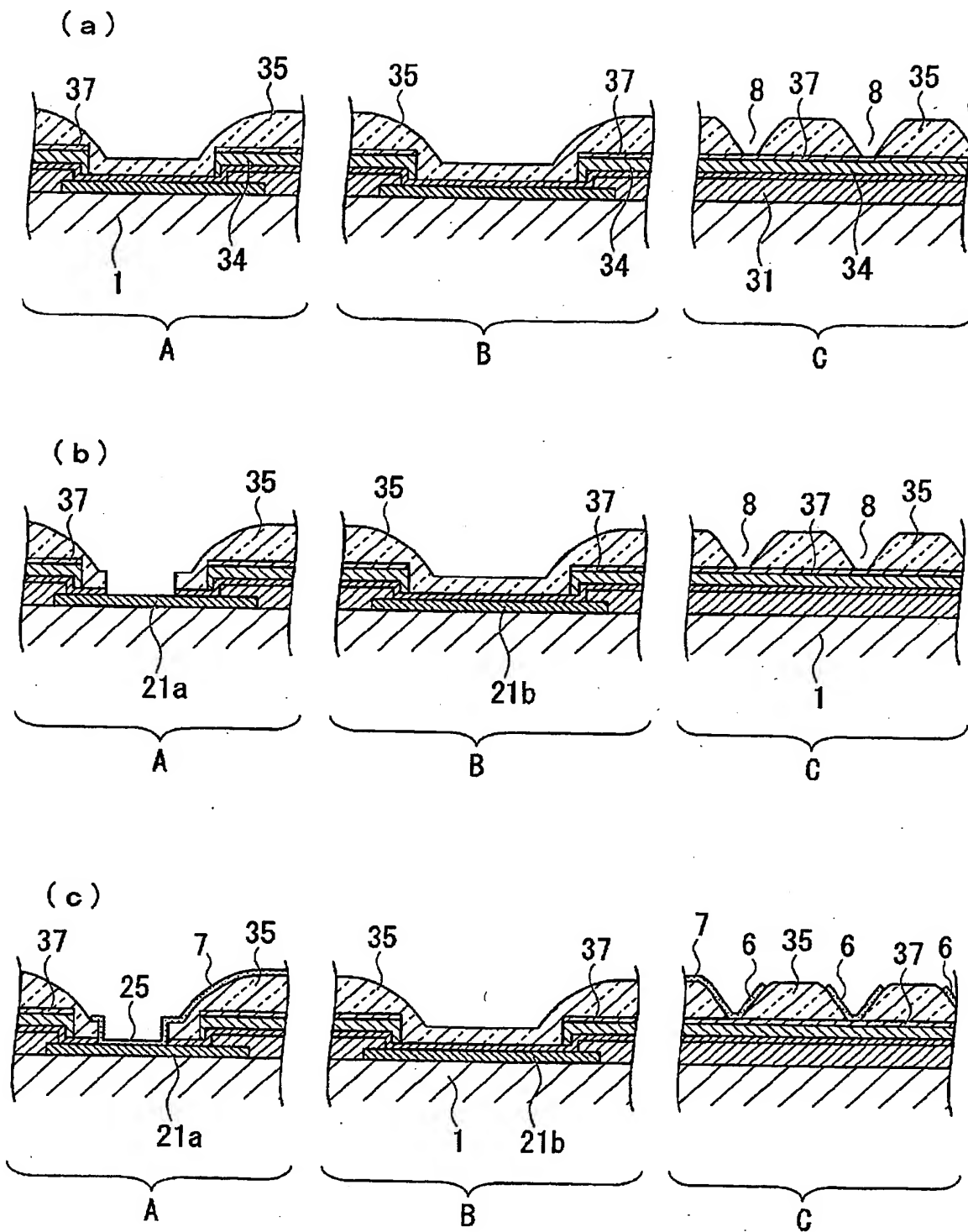
(b)



(c)

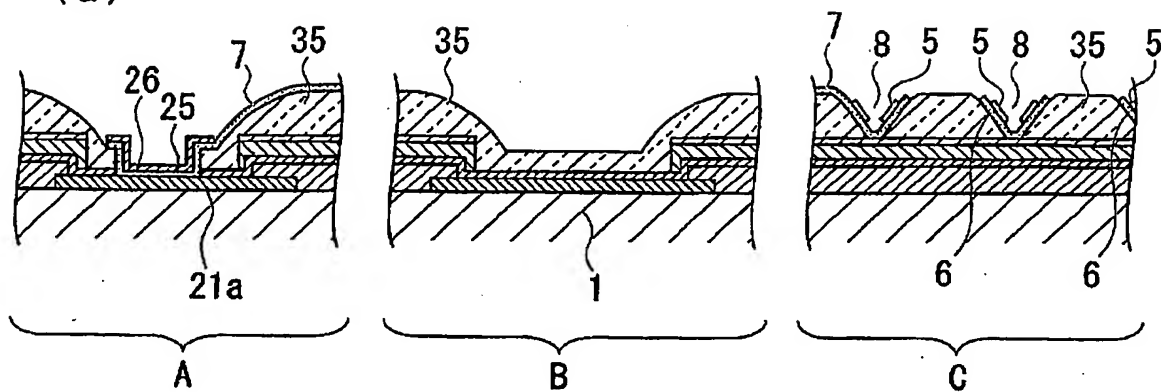


【図17】

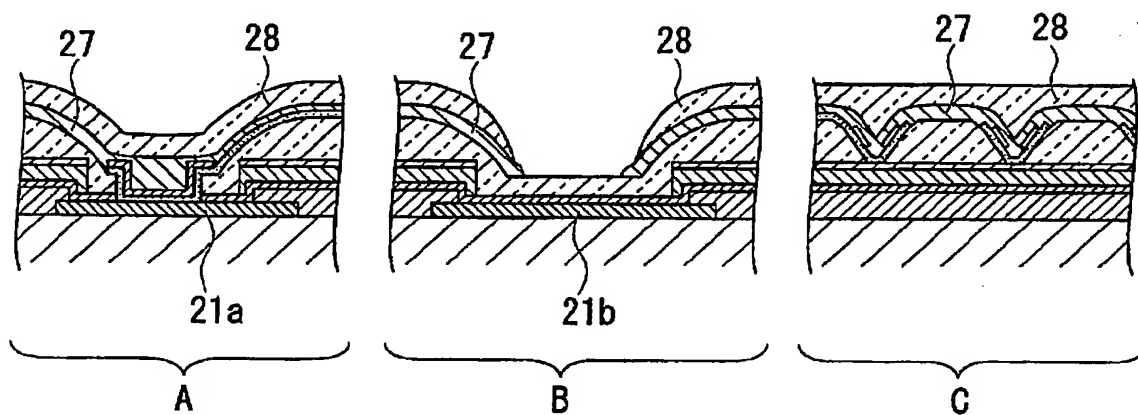


【図18】

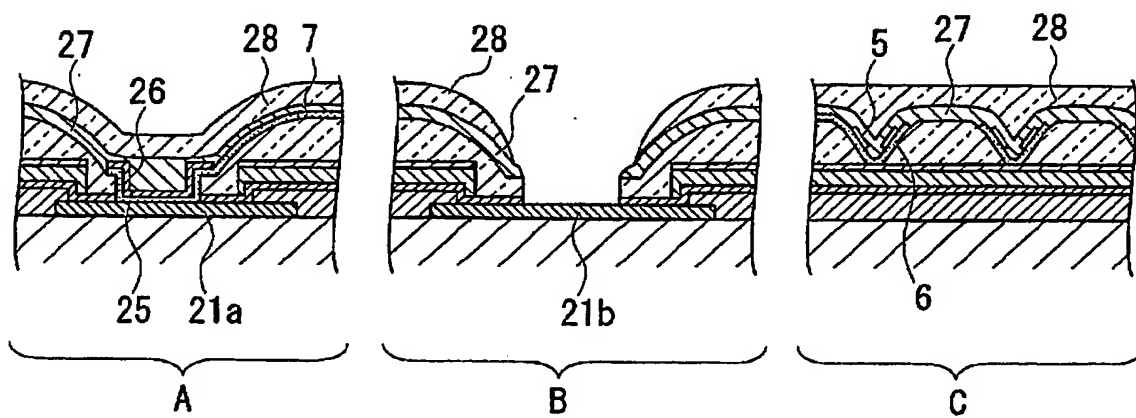
(a)



(b)



(c)



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 1枚の基板に3個以上の巨大磁気抵抗素子を配置し、三軸方向の磁界の強さを検知することができる小型の磁気センサを得る。

【解決手段】 基板1上に形成された厚膜の平坦面に、X軸センサを構成する4個のGMR素子2a～2dとY軸センサを構成する4個のGMR素子3e～3hを配置する。Z軸センサは、厚膜の一部をエッチングして形成した複数の溝の斜面に形成した4個のGMR素子4i～4lで構成する。

【選択図】 図1

特願 2005-131857

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004075]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市中沢町10番1号

氏 名

ヤマハ株式会社